

PUB-NO: JP02003105442A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003105442 A

TITLE: WELDED STEEL TUBE OF BENT PLATE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

PUBN-DATE: April 9, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SATO, YASUSHI	
SUZAKI, KAZUTAKA	
TAMURA, KOJI	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BABCOCK HITACHI KK	

APPL-NO: JP2002186281

APPL-DATE: October 14, 1997

INT-CL (IPC): C21D 9/08; B21C 37/08; B21D 5/01; B21D 5/12; B23K 9/025; B23K 9/23; C21D 9/50; C22C 38/00; C22C 38/48

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability by raising the strength of a weld zone in the longitudinal direction of a welded steel tube of a bent plate which is produced by bending a steel plate into a cylindrical shape and welding the end parts of the resultant tube in the longitudinal direction.

SOLUTION: In the welded steel tube of the bent plate which is made by bending the steel plate containing Cr, Mo, Nb, V and N into a cylindrical shape or a semicylindrical shape and welding the end parts of the cylinder in the longitudinal direction, the difference between the minimum hardness in the heat-affected zone in the weld zone in the longitudinal direction and the average hardness of the surrounding base material is smaller than 15 by Vickers hardness and the difference between the maximum hardness of the weld metal and the average hardness of the surrounding base material is smaller than 30 by Vickers hardness. Furthermore, by this manufacturing method of the steel tube, after bending the steel plate and after making the plate into a tubular shape by performing the welding in the longitudinal direction by using a welding material in which the quantities of Cr, Mo, Nb, V and N are contained in the range of the composition specification of the base metal, normalizing and tempering treatments or quenching and tempering treatments are performed.

COPYRIGHT: (C)2003, JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-105442
(P2003-105442A)

(43)公開日 平成15年4月9日(2003.4.9)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード*(参考)
C 2 1 D 9/08		C 2 1 D 9/08	F 4 E 0 0 1
B 2 1 C 37/08		B 2 1 C 37/08	E 4 E 0 2 8
			F 4 E 0 6 3
B 2 1 D 5/01		B 2 1 D 5/01	S 4 E 0 8 1
5/12		5/12	J 4 K 0 4 2
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 6 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2002-186281(P2002-186281)
(62)分割の表示 特願平9-280565の分割
(22)出願日 平成9年10月14日(1997.10.14)

(71)出願人 000005441
バブコック日立株式会社
東京都港区浜松町二丁目4番1号
(72)発明者 佐藤 恭
広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社呉研究所内
(72)発明者 須崎 一孝
広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社呉研究所内
(74)代理人 100078134
弁理士 武 颯次郎

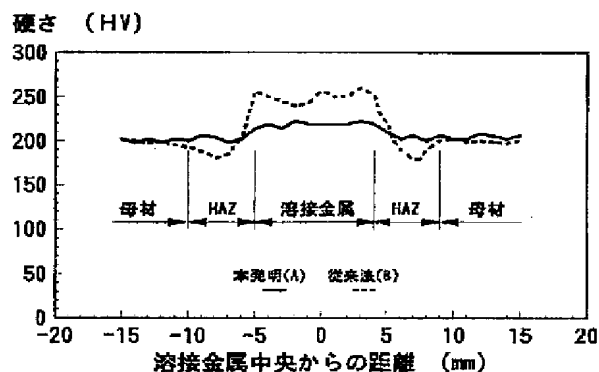
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 板曲げ溶接鋼管およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 鋼板を円筒状に曲げ加工し、端部を長手方向に溶接して鋼管とする板曲げ溶接鋼管において、長手溶接部の強度を高めて信頼性を向上させること。

【解決手段】 Cr、Mo、Nb、V及びNを含有する鋼板を円筒状あるいは半円筒状に曲げ加工し、円筒の端部を長手方向に溶接して鋼管とする板曲げ溶接鋼管において、当該長手方向の溶接部における熱影響部の最低硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで15以内にあり、かつ溶接金属の最高硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで30以内にある板曲げ溶接鋼管。また、鋼板の曲げ加工後、Cr、Mo、Nb、V及びN量が母材の成分仕様範囲に含まれる溶接材料を用いて長手溶接を行い、管形状とした後に焼ならし・焼戻し処理または焼入れ・焼戻し処理を行なう鋼管の製造方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 9Cr-1Mo-Nb-V及びN鋼であって、且つ調質のための熱処理である焼きならし・焼戻し又は焼入れ・焼戻し処理を施して強度を高めた調質鋼として最終的に使用されるときに高温条件下で使用される鋼板を、前記調質のための熱処理を行わないまま円筒状又は半円筒状に曲げ加工し、

次いで、円筒状又は半円筒状鋼板の端部を長手方向にCr、Mo、C、Nb、V及びN量が母材と同等の組成の溶接材料を用いて溶接して管形状とし、

続いて、焼きならし・焼戻し処理又は焼入れ・焼戻し処理を行い、

前記溶接の際に軟化したHAZ部を前記母材と同等の強度に回復させると共に、前記溶接後の溶接金属を前記母材と同等の強度にすることを特徴とする板曲げ溶接鋼管の製造方法。

【請求項2】 9Cr-1Mo-Nb-V及びN鋼であって、且つ調質のための熱処理である焼きならし・焼戻し又は焼入れ・焼戻し処理を施して強度を高めた調質鋼として最終的に使用されるときに高温条件下で使用される鋼板を、前記調質のための熱処理を行わないまま円筒状又は半円筒状に曲げ加工し、

次いで、円筒状又は半円筒状鋼板の端部を長手方向にCr、Mo、C、Nb、V及びN量が母材と同等の組成の溶接材料を用いて溶接して管形状とし、

次いで、前記管形状となった鋼管に前記溶接材料と同一の溶接材料で枝管を溶接し、

続いて、焼きならし・焼戻し処理又は焼入れ・焼戻し処理を行い、

前記溶接の際に軟化したHAZ部を前記母材と同等の強度に回復させると共に、前記溶接後の溶接金属を前記母材と同等の強度にすることを特徴とする板曲げ溶接鋼管の製造方法。

【請求項3】 9Cr-1Mo-Nb-V及びN鋼であって、且つ調質のための熱処理である焼きならし・焼戻し又は焼入れ・焼戻し処理を施して強度を高めた調質鋼として最終的に使用されるときに高温条件下で使用される鋼板を、前記調質のための熱処理を行わないまま円筒状又は半円筒状に曲げ加工し、

次いで、円筒状又は半円筒状鋼板の端部を長手方向にCr、Mo、C、Nb、V及びN量が母材と同等の組成の溶接材料を用いて溶接して管形状とし、

次いで、前記管形状となった鋼管に曲げ加工を行い、

続いて、焼きならし・焼戻し処理又は焼入れ・焼戻し処理を行い、

前記溶接の際に軟化したHAZ部を前記母材と同等の強度に回復させると共に、前記溶接後の溶接金属を前記母材と同等の強度にすることを特徴とする板曲げ溶接鋼管の製造方法。

【請求項4】 請求項1、2又は3に記載の板曲げ溶接

鋼管の製造方法において、

前記長手方向の溶接部における前記HAZ部の最低硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで15以内にあり、且つ溶接金属の最高硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで30以内にあることを特徴とする板曲げ溶接鋼管の製造方法。

【請求項5】 請求項1、2、3又は4に記載の板曲げ溶接鋼管の製造方法において製造された板曲げ溶接鋼管。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、鋼板を円筒状あるいは半円筒状に曲げ加工し、端部を長手方向に溶接して鋼管とする板曲げ溶接鋼管に係わり、特にボイラ、化学プラント等の高温あるいは高圧力の条件下で使用される高強度鋼に好適な板曲げ鋼管およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】発電用ボイラや各種熱交換器等においては、多数の伝熱管群及び伝熱管を集合する管寄せと配管が高温、高圧の条件下で使用されている。近年、特に大容量の発電用ボイラにおいては発電効率向上のため蒸気条件が高温高圧化しつつあり、伝熱管材や配管材として、従来の2.25Cr系フェライト鋼に替って、高温強度の高い9Cr系フェライト鋼が多く使用されるようになった。

【0003】この材料は9Cr-1Mo鋼をベースにNb、V及びNを添加し、焼ならし・焼戻し処理で焼戻しマルテンサイト組織として強度を高めた、いわゆる調質鋼である。

【0004】配管の中で肉厚が60～70mmを超えるような肉厚の大径管材は、熱間押出しあるいは鍛造によって継目無鋼管として製作される。一方、肉厚が50mm程度以下の比較的薄肉の大径管材は板曲げ溶接鋼管として製作されることが多い。板曲げ溶接管材とは、鋼板を円筒状に曲げ加工し、円筒の長手方向の端部を溶接して管状とした鋼管である。

【0005】従来技術による板曲げ溶接鋼管の一般的な製作手順を図9を用いて説明する。まず鋼板をプレス加工やロール加工などにより曲げ加工して円筒状に成形する。その際、加工度や鋼板の強度によっては、曲げ加工を容易にするため鋼板を高温に加熱して熱間曲げを行う。前述した高強度の調質鋼の場合、高温強度が高く加工性が悪いため常温での円筒形状への加工は難しく、900～1000℃に加熱して熱間曲げ加工することが多い。この際、調質鋼は高温への加熱によって、組織が変態を起こし、強度が低下するため、熱間曲げ加工後に焼ならし・焼戻し処理を行って組織を回復させることが必要となる。

【0006】通常、焼ならしは1,050℃以上、焼戻

しは780℃前後に加熱して行われる。次に円筒の外側あるいは内面側から端部を長手方向に溶接して接合し、鋼管とする。径が比較的小さい場合はプレスで半円筒状のものを形成し、これを2個突合わせ溶接して鋼管とする場合もある。

【0007】ところで焼戻しマルテンサイト組織の鋼は溶接の際に溶接熱影響部(HAZ部)においてビッカース硬さで20~40程度の軟化が生じるため、大入熱の溶接では軟化領域が広がって継手のクリープ破断強度が低下することがある。特に管の長手溶接部では内圧により発生する周方向応力が溶接線に対して直角となり、軟化領域に大きな応力が作用するので、軟化領域の幅が広がらないように、溶接施工の際に入熱を小さく抑える等の細心の注意が必要であった。

【0008】HAZの軟化を回復させる方法として、溶接後に上述の焼ならし・焼戻し処理を行う方法も考えられる。この場合、HAZの組織は溶接前の状態に回復するが、従来の溶接材料では溶接金属のクリープ破断強度が低下するという問題が生じる。すなわち従来の溶接材料の成分設計の考え方では、溶接金属が凝固、急冷された組織のままで740℃前後の応力除去焼鈍を受けて使用することを前提としており、溶接割れの防止及び強度と組織の調整を目的としてCを母材より低く、NiとMnを母材より高めに、また他の添加元素量も調整している。

【0009】その結果、溶接後に焼ならしを行い、さらに780℃前後の高温で焼戻しを行うと溶接金属の高温強度が低下する。特にサブマージアーク溶接のように大入熱溶接で1パスあたりの溶接量が多い溶接法の場合は溶接割れ防止のためCとNbの量を低くしており、焼ならし・焼戻し処理後にクリープ破断強度が大きく低下する。

【0010】このように、調質された高強度鋼に対して一般的な従来技術による方法で板曲げ溶接鋼管を製作した場合、板曲げ溶接鋼管は長手溶接部のHAZまたは溶接金属の強度が低くなる可能性があり、溶接施工条件や使用条件によっては設計的に安全裕度をとるため継目無鋼管に比べて、肉厚を厚くする必要があった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、上記した問題を解決し、容易に製作が可能で、長手溶接部の強度を高めて信頼性を向上させた板曲げ溶接鋼管を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、本発明は、主として次のような構成を採用する。9Cr-1Mo-Nb-V及びN鋼であって、且つ調質のための熱処理である焼きならし・焼戻し又は焼入れ・焼戻し処理を施して強度を高めた調質鋼として最終的に使用されるときとも高温条件下で使用される鋼板を、前記

調質のための熱処理を行わないまま円筒状又は半円筒状に曲げ加工し、次いで、円筒状又は半円筒状鋼板の端部を長手方向にCr, Mo, C, Nb, V及びN量が母材と同等の組成の溶接材料を用いて溶接して管形状とし、続いて、焼きならし・焼戻し処理又は焼入れ・焼戻し処理を行い、前記溶接の際に軟化したHAZ部を前記母材と同等の強度に回復させると共に、前記溶接後の溶接金属を前記母材と同等の強度にする板曲げ溶接鋼管の製造方法。

10 【0013】また、前記板曲げ溶接鋼管の製造方法において、前記長手方向の溶接部における熱影響部の最低硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで15以内にあり、且つ溶接金属の最高硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで30以内にある板曲げ溶接鋼管の製造方法。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1の実施形態に関して図面を用いて詳細に説明する。まず、図1で板曲げ溶接鋼管の基本的な製造手順を説明する。素材として圧延後徐冷あるいは焼戻しを行って強度を低く抑えた未調質の鋼板1を用い、プレス加工やロール加工で円筒状に曲げ加工する。加工度によっては半円筒状に加工してもよいし、冷間曲げまたは熱間曲げのいずれの加工法でもよい。板曲げ加工後、長手溶接を行う。

【0015】溶接法としては1パス当たりの溶着量が小さく、溶接割れを生じにくい狭開先のTIG, MAGまたはMIG溶接法とする。溶接材料は、焼ならし・焼戻し後の溶接金属の強度を母材と同等にするため、強度に大きく影響するCr, Mo, C, Nb, V及びN量が母材の成分仕様範囲に含まれるものを用いる。長手溶接した後、所定の焼ならし・焼戻し処理または焼入れ・焼戻し処理を行う。

【0016】次に具体的な施工例を示す。試験に用いた鋼板は、板厚40mmの9Cr-1Mo-Nb-V-N鋼で、圧延後に焼なましのみを行ったものである。化学組成を図3に示す。この鋼板に対し、曲げ半径900mmの条件で冷間曲げ加工を実施した。本鋼の焼ならし・焼戻し状態での室温における0.2%耐力は60kg/mm²前後であるが、ここでは焼なましによって約40kg/mm²と低くなっており、冷間曲げでも問題なく容易に半円筒状に加工することができた。

【0017】長手溶接(部)2は図3に示した溶接材料(1)を用い、狭開先TIG溶接法で1層1パスでの積層方法で多層盛の突合せ溶接施工により行った。図2に溶接開先形状を示す。長手溶接後、1,050℃×1時間の焼ならしと780℃×1時間の焼戻しを行った。

(この継手をAと称する。)

また比較のため、従来の製造方法、すなわち調質した鋼板に従来の溶接材料(2)を用いて溶接継手を2個製造し、片方(B)には740℃×1.5時間の一般的な溶

接後熱処理を行い、他方(C)には1,050℃×1時間の焼ならしと780℃×1時間の焼戻しを行った。

【0018】実験結果により、本発明による板曲げ溶接鋼管の長手溶接部(A)の断面マクロ組織を観察すると、溶接金属中に低温割れあるいは高温割れのような溶接割れは生じていない。溶接後の焼ならし・焼戻し処理によってHAZ部は母材部分と同一の組織となっており、マクロ組織では区別がつかない状態となっている。

【0019】図4に肉厚中央部における硬さ分布を示す。比較のため(B)の溶接部の硬さ分布も合わせて示すが、従来法(B)ではビッカース硬さで母材に対して約20の明瞭なHAZ部の軟化が認められるのに対し、本発明ではHAZ部に軟化領域は認められず、HAZ部に相当する位置から母材にかけての硬さのばらつき範囲はビッカース硬さで10以内であった。この種の調質鋼の硬さのばらつき幅約5を考慮すれば、ビッカース硬さのばらつき範囲が15以内であれば母材と同等の強度と考えることができる。

【0020】また、溶接金属と母材の硬さの差も従来法ではビッカース硬さで50以上あるのに対し、本発明では約20と小さくなり、母材の硬さに近い値となっている。溶接部の強度不連続性を極力抑える観点からは、母材と溶接金属の硬さ(強度)差はビッカース硬さで約30以内に抑えることが望ましい。

【0021】すなわち、長手方向の溶接部における熱影響部の最低硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで15以内にあり、かつ溶接金属の最高硬さと周囲の母材平均硬さの差がビッカース硬さで30以内にすることが望ましい。

【0022】次にこれらの溶接部から継手試験片を切り出し、クリープ破断強度を調べた結果を図5及び図6に示す。従来の製造手順による溶接部の継手(B)の試験片、及び従来の溶接材料を用いて溶接後に調質した溶接部の継手(C)の試験片は、それぞれHAZ部及び溶接金属で破断し、いずれも母材より強度が低下している。一方、本発明による継手(A)の試験片は全て母材部分で破断し、母材強度と同等であった。

【0023】このように本実施形態で示した板曲げ溶接鋼管では、長手溶接部のHAZ部の軟化及び溶接金属の強度低下の問題が解決され、継目無鋼管と同等の信頼性を得ることができる。なお、本実施形態では調質していない鋼板を素材に用いたが、曲げ加工度が小さい場合や熱間曲げ加工の場合は比較的小さな加工能力でも加工できるので、従来通り調質された鋼板を素材に用いてもよい。

【0024】次に、本発明による第2の実施形態について以下説明する。管寄せやT管台等の枝管類が付属する大径管に適用するものについて、その製造手順を図7に示す。基本的な考え方は前記第1の実施形態と同一であるが、本実施形態では長手溶接2を実施し、枝管3、周

溶接4も同じ溶接材料で溶接した後に焼ならし、焼戻し処理を行うものである。この場合、枝管が径の小さい伝熱管であれば溶接時の溶着量は小さいので、溶接方法は通常のすみ肉開先のTIG、MAG、MIGあるいは被覆アーク溶接でよい。

【0025】本実施形態では、付属する枝管類の長さによっては焼ならし、焼戻し時に大型の加熱炉を必要とするが、管寄せやT管台のように長手溶接部以外の溶接部を有する部分についても、前記第1の実施形態と同様に溶接部の強度を高めることができ、信頼性向上に効果が大きい。

【0026】更に、本発明による第3の実施形態として以下説明する。エルボ配管のように板曲げ溶接鋼管の製造後に曲げ工程が入る配管に適用するものについて、その製造手順を図8に示す。基本的な考え方は第1の実施形態と同一であるが、本実施形態では長手溶接を実施し、配管としての曲げ加工を行った後に焼ならし、焼戻し処理を行うものである。

【0027】配管の曲げ加工時の歪み履歴あるいは熱履歴は焼ならし、焼戻し処理によって消滅するので、加工法は冷間、熱間を問わず、高周波加熱の曲げ加工でもよい。本実施形態でも第1の実施形態と同様に溶接部の強度を高めることができ、これらの実施形態を併用することにより、ボイラ等の実プラントにおける配管系の大部分に信頼性の向上した溶接板曲げ鋼管を適用できる。

【0028】以上のように、本発明では、次のような構成を採用することで、次のような作用、機能が得られるものである。

【0029】本発明は、素材鋼板として圧延のままあるいは圧延後に焼なましのみを行った調質していない鋼板を用いて板曲げ加工を行い、Cr、Mo、C、Nb、V及びN量が母材の成分仕様範囲に含まれる溶接材料を用いて1パス当たりの溶着量が少ない狭開先溶接法で長手溶接した後に、焼ならし・焼戻し処理を行って強度を調整し、母材とHAZ部の硬さの差を小さくすることにより達成される。

【0030】曲げ加工時に素材鋼板の強度を低く抑えられるので曲げ加工性が向上する。また1パス当たりの溶着量が少ない狭開先溶接法で溶接するので、母材と同等の組成の溶接材料を用いても溶接割れを生じることはない。溶接の際に軟化したHAZ部の組織は焼ならし・焼戻し処理によって母材一般部と同等に回復し、溶接金属も母材とほぼ同一の組成で焼ならし・焼戻し処理されるので、母材と同等の強度が得られる。

【0031】

【発明の効果】本発明の板曲げ溶接鋼管では、鋼板素材の強度を低く抑えたまま曲げ加工が行えるので鋼板の曲げ加工性が改善され、溶接部の強度が向上して品質信頼性が向上する。これに伴い板曲げ鋼管の設計裕度を一般の継目なし鋼管と同等にして肉厚を薄くすることが可能

で、工業的に効果が大きい。

【0032】さらに素材銅板は圧延後の焼ならし、焼戻し処理が不要なので銅板の製造コストを低減できだけでなく、冷間曲げ加工できる加工度の範囲が従来より拡大して曲げ工数の低減にも大きな効果があり、ひいてはプラントの建設コストを下げるできるので経済的な効果も大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態における板曲げ溶接鋼管の製造手順を示す図である。

【図2】本発明の第1の実施形態における長手溶接部の溶接開先形状を示す図である。

【図3】第1の実施形態における銅板及び溶接材料の化学組成を示す図である。

【図4】第1の実施形態における長手溶接部の硬さ分布を示す図である。

10

【図5】第1の実施形態におけるクリープ破断試験結果を示す図である。

【図6】第1の実施形態におけるクリープ破断試験に関するデータを示す図である。

【図7】本発明の第2の実施形態における板曲げ溶接鋼管の製造手順を示す図である。

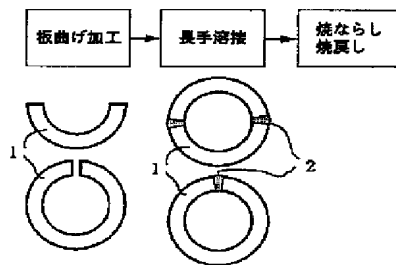
【図8】本発明の第3の実施形態における板曲げ溶接鋼管の製造手順を示す図である。

【図9】従来技術による板曲げ溶接鋼管の製造手順の例を示す図である。

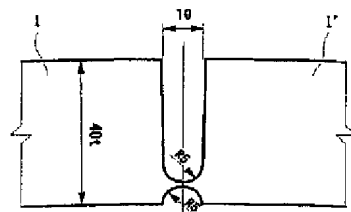
【符号の説明】

- 1 銅板
- 2 長手溶接（部）
- 3 枝管
- 4 周溶接（部）

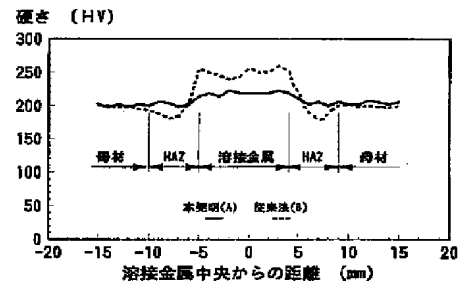
【図1】



【図2】



【図4】

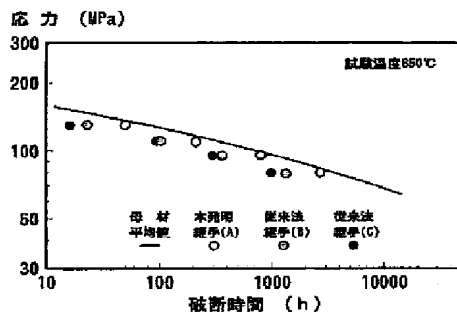


【図3】

元 素	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Nb	V	N
8Cr1MoNbW鋼 母材成分仕様	0.08 ~0.12	0.20 ~0.50	0.30 ~0.60	<0.020	<0.010	8.00 ~9.50	0.85 ~1.05	<0.40	0.06 ~0.10	0.18 ~0.25	0.030 ~0.070
40t鋼板母材	0.10	0.33	0.44	0.004	0.001	8.43	0.88	0.07	0.080	0.19	0.051
溶接材料(1)	0.08	0.38	1.27	0.004	0.004	8.76	0.89	0.44	0.083	0.18	0.050
溶接材料(2)	0.07	0.21	1.08	0.006	0.005	8.76	0.88	0.69	0.050	0.16	0.048

溶接材料(1): 本発明により試作した溶接材料
溶接材料(2): 従来一般的な共合金系溶接材料

【図5】

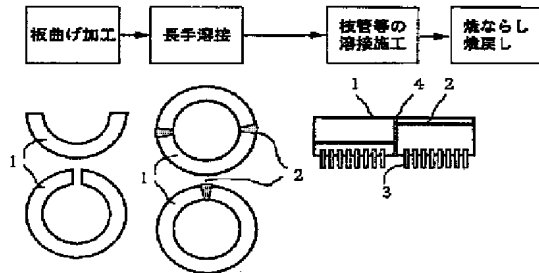


【図6】

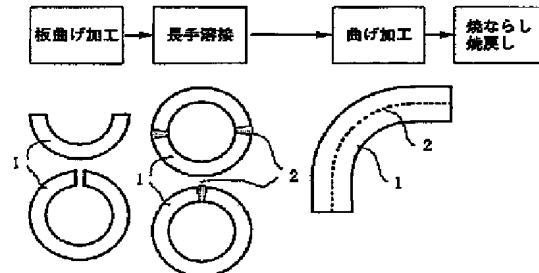
試験温度 (℃)	応 力 (MPa)	破断時間(h)		
		本発明(A)	従来法(B)	従来法(C)
650	130	50.8	22.8	16.1
	110	211.2	101.0	95.5
	95	795.5	380.9	290.2
	80	2723.1	1321.4	980.6

破断位置: (A)すべて母材部
(B)すべてHAZ部
(C)すべて溶接金属部

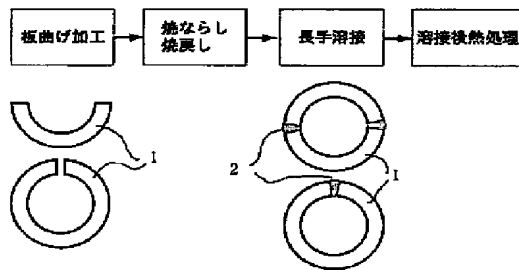
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

B 2 3 K 9/025

9/23

C 2 1 D 9/50

C 2 2 C 38/00

38/48

// B 2 3 K 101:06

識別記号

1 0 1

3 0 2

F I

B 2 3 K 9/025

9/23

C 2 1 D 9/50

C 2 2 C 38/00

38/48

B 2 3 K 101:06

テーマコード(参考)

B

A

1 0 1 A

3 0 2 Z

(72)発明者 田村 広治

広島県呉市宝町3番36号 バブコック日立
株式会社呉研究所内

Fターム(参考) 4E001 BB06 CA04 CC03 DF06 DG04

EA05

4E028 CA02 CA03 CB06 CB08 KA04

4E063 AA01 BA09 BB06 KA15 MA02

4E081 AA08 BA19 CA08 CA09 CA11

4K042 AA06 AA24 BA01 CA07 CA08

CA09 CA10 CA13 DA01 DA02